

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 008 598.6

Anmeldetag: 21. Februar 2004

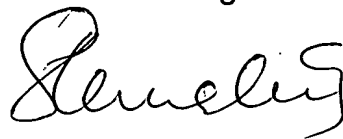
Anmelder/Inhaber: Applied Films GmbH & Co KG,
63755 Alzenau/DE

Bezeichnung: Verfahren für den Betrieb einer
Inline-Beschichtungsanlage

IPC: C 23 C 14/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Stanschus

VERFAHREN FÜR DEN BETRIEB EINER INLINE-BESCHICHTUNGSANLAGE

5

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Um Substrate zu beschichten, werden Sputteranlagen eingesetzt, in denen unter Vakuumbedingungen von so genannten Targets Partikel zerstäubt werden, die sich dann auf dem Substrat niederschlagen.

- 10 Werden dabei die Substrate kontinuierlich in die Sputteranlage eingeschleust und aus dieser wieder ausgeschleust, spricht man von einer Inline-Beschichtungsanlage oder auch von einer „pass-through“-Beschichtungsanlage.

- 15 Eine solche Anlage besteht entweder aus einer linearen Anordnung von relativ kleinen, aber miteinander verbundenen Einzelkammern oder aus einer oder zwei großen Kammern mit Vakuum-Übergangs-Verriegelungen an jedem Ende der Linie. Die Prozesskammern sind entweder entlang einer großen Kammer oder in jeder individuellen Kammer vorgesehen.

- 20 Es ist bereits ein Inline-Sputter-System bekannt, das drei konzentrische Zylinder aufweist, wobei der innere und der äußere Zylinder eine ringförmige Kammer mit zylindrischen Wänden bilden (US 5 753 092). Ein mittlerer Zylinder, der zwischen dem inneren und dem äußeren Zylinder angeordnet ist, weist Substrate tragende Öffnungen auf und dient als zylindrischer Träger, der im Wesentlichen die ringförmige Durchgangskammer ausfüllt und der schrittweise drehbar ist.

- 25 Weiterhin ist eine Vorrichtung zur defektfreien Beschichtung von Substraten mit einer Beschichtungsstrecke bekannt, die eine Vakuumbeschichtungssektion und eine Eingangs- und Ausgangsschleuse aufweist (DE 200 22 564 U1). Hierbei ist außerdem ein Carrier vorgesehen, der einen Carriereinsatz zur Aufnahme der Substrate enthält. Die Carrierbahn ist als geschlossene Bahn ausgeführt.

- 30 Um bei einer Inline-Beschichtungsanlage Platz zu sparen, ist es bekannt, die Zahl der erforderlichen Träger zu reduzieren, indem eine Rückkammer vorgesehen ist (JP 2002309372 A). Die Träger fahren hierbei mit den Substraten in eine erste Richtung, drehen sich dann um 180 Grad und fahren anschließend in eine zweite Richtung.

Die Kammern der bekannten Vorrichtungen sind auf bestimmte Größen der Substrate zugeschnitten. Sollen Substrate mit Übergrößen bearbeitet werden, müssen andere Vorrichtungen mit größeren Kammern verwendet werden.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, mit nur einer Beschichtungsanlage
5 sowohl normale Substrate als auch Substrate mit Übergröße beschichten zu können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung betrifft somit ein Verfahren für den Betrieb einer Inline-Beschichtungs-
anordnung, die aus $2n + 1$ Kammern besteht, wobei n eine ganze Zahl, und zwar
vorzugsweise 2 ist. Indem wenigstens zwischen zweimal zwei Kammern dieser Anlage
10 jeweils ein Tor geöffnet und geschlossen werden kann, ist es möglich, mit der gleichen
Anlage auch Substrate mit Übergröße zu beschichten. Das Öffnen und Schließen der Tore
ist dabei mit einer Änderung der Druckverläufe im Vergleich zu einem Standardbetrieb
verbunden.

Der mit der Erfindung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, dass vorhandene
15 Anlagen besser ausgenutzt werden können.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im
Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine 3-Kammer-Beschichtungsanlage in einer Seitenansicht;

Fig. 2 eine 5-Kammer-Beschichtungsanlage in einer Seitenansicht;

20 Fig. 3 eine 3-Kammer-Beschichtungsanlage in einer Draufsicht;

Fig. 4 eine 5-Kammer-Beschichtungsanlage in einer Draufsicht;

Fig. 5 einen Teil einer 5-Kammer-Beschichtungsanlage in einer geschnittenen
Seitenansicht.

In der Fig. 1 ist eine Beschichtungsanlage 1 in einer Seitenansicht gezeigt. Diese
25 Beschichtungsanlage 1 weist drei Kammern auf: eine Einschleuskammer 2, eine Prozess-
kammer 3 und eine Ausschleuskammer 4. Zwischen den verschiedenen Kammern 2, 3, 4
und am Eingang der Kammern 2, 4 befinden sich insgesamt vier Tore, die geöffnet und
vakuumdicht geschlossen werden können. In der Fig. 1 sind die Tore selbst nicht zu
erkennen, sondern Ansätze 5 bis 8, welche die Positionen der Tore andeuten. Die zu
30 beschichtenden Substrate, beispielsweise flaches Architekturglas, Metallplatten, Si-Wafer,
Kunststoffplatten und dergleichen, werden bei der Einschleuskammer 2 eingeführt, dann in
der Prozesskammer 3 beschichtet, um anschließend über die Ausschleuskammer 4 heraus-
geführt zu werden. Die Substrate können dabei mit oder ohne Träger durch die Kammern
2, 3, 4 bewegt werden. Eine Transportanlage für den Transport der Substrate befindet sich
35 jedoch in jedem Fall in den Kammern 2, 3, 4.

Mit 9 bis 17 sind Pumpen bezeichnet, welche die Kammern 2, 3, 4 bis zu einem vorgegebenen Druckwert evakuieren. Die Pumpen sind hier an den Seitenwänden der Kammern angeordnet. Sie können jedoch auch auf den Decken der Kammern angeordnet sein.

- 5 Die Größe der Kammern 2 bis 4 wird durch das maximale Substratmaß festgelegt, das beispielsweise bei Architekturglas 2,54 m x 3,66 m oder 3,21 m x 6,00 m beträgt. Die Anzahl der Kammern wird durch die minimal gewünschte Zykluszeit bestimmt. Unter Zykluszeit wird dabei diejenige Zeit verstanden, die von der Eingabe eines ersten Substrats in die Kammer 2 bis zur Eingabe eines zweiten Substrats in dieselbe Kammer 2 vergeht.
- 10 Für eine Zykluszeit bis ca. 90 Sekunden wird in der Regel ein so genanntes Drei-Kammern-Prinzip verwendet, wie es in der Fig. 1 dargestellt ist.

- Hierbei wird ein Substrat bei geöffnetem Tor am Ansatz 5 in die Kammer 2 eingeführt, deren Innendruck bei dann wieder geschlossenem Tor am Ansatz 5 und geschlossenem Tor am Ansatz 6 durch die Pumpen 9 bis 11 verringert wird, beispielsweise auf 0,05 mbar. Die
- 15 Bewegung des Substrats, das sich in der Regel auf einem Träger oder Carrier befinden kann, ist hierbei diskontinuierlich, weil auch das Tor am Ansatz 6 zunächst geschlossen ist und das Substrat von diesem Tor zum Stillstand gebracht werden muss.

- Hat der Druck in der Einschleuskammer 2 den vorgegebenen Wert von etwa 0,05 mbar erreicht, wird das Tor am Ansatz 6 geöffnet und das Substrat kontinuierlich durch die
- 20 Kammer 3 bewegt, in der Vakuum herrscht. In dieser Kammer 3 wird dann die Beschichtung durchgeführt. Nach der Beschichtung wird das Substrat über die Ausschleuskammer 4 nach draußen bewegt.

- Bei einer 3-Kammer-Beschichtungsanlage sind die Zykluszeiten relativ groß, weil das Substrat relativ lang in der Einschleuskammer 2 verbleiben muss, damit in der Kammer der
- 25 vorgegebene niedrige Druck erreicht wird.

- Kürzere Zykluszeiten erreicht man mit einer 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20, wie sie in der Fig. 2 dargestellt ist. Diese 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20 weist gegenüber der 3-Kammer-Beschichtungsanlage 1 noch zwei zusätzliche Pufferkammern 21, 22 bei den Ansätzen 25, 26 mit entsprechenden Pumpen 23, 24 auf. Da die Substrate bei einer 5-
- 30 Kammer-Beschichtungsanlage 20 schneller durch die Kammern 2, 21, 3, 22, 4 bewegt werden können, sind die Zykluszeiten kürzer. Diese schnellere Bewegung ist dadurch bedingt, dass die Evakuierung der Kammern 2, 21 bzw. 22, 4 anders erfolgt als die der Kammern 2, 4 bei dem 3-Kammer-System der Fig. 1

- Die Substrate werden bei der 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20 im Anlagentakt in die
- 35 Einschleuskammer 2 diskontinuierlich eingeschleust, wobei der Druck in der Einschleuskammer 2 bis auf ca. 15 mbar verringert wird, also nicht auf 0,05 mbar wie bei

der 3-Kammeranlage. Im nächsten Takt werden die Substrate in die Pufferkammer 21 umgeschleust, wobei der Druck in der Pufferkammer 21 nahe dem Druck in der Prozesskammer 3 gebracht wird. Nachdem die Substrate kontinuierlich durch die Prozesskammer 3 bewegt wurden, werden sie über die Pufferkammer 22 und die
5 Ausschleuskammer 4 nach draußen gebracht, wo Atmosphärendruck herrscht.

Die Zykluszeit reduziert sich bei der 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20 auf weniger als 90 Sekunden im Wesentlichen dadurch, dass der Einschleusvorgang eines Substrats in die Vakuumanlage auf die Einschleuskammer 2 und auf die Pufferkammer 21 aufgeteilt wird und somit in beiden Kammern parallel stattfinden kann, d. h. nachdem ein Substrat von der
10 Einschleuskammer 2 in die Pufferkammer 21 befördert wurde, kann schon wieder ein Substrat in die Einschleuskammer 2 gegeben werden. Um ein Substrat in die Prozesskammer 3 einführen zu können, muss der Druck in der Kammer, die sich vor der Prozesskammer 3 befindet, auf ungefähr 0,05 mbar reduziert werden. Bei der 3-Kammer-Beschichtungsanlage 1 findet dieser Abpumpvorgang bis auf 0,05 mbar ausschließlich in
15 der Einschleuskammer 2 statt.

Dagegen wird bei der 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20 in der Einschleuskammer 2 von Atmosphärendruck auf nur ca. 15 mbar abgepumpt und das zu bearbeitende Substrat anschließend in die Pufferkammer 21 überführt. Beim Öffnen des Tors am Ansatz 6 zwischen der Einschleuskammer 2 und der Pufferkammer 21 erfolgt ein Druckausgleich.
20 Der Druck in der Pufferkammer 21, die zuvor zur Prozesskammer 3 hin geöffnet war, in der beispielsweise ein Druck von 3×10^{-3} mbar herrscht, ist deutlich kleiner als 0,05 mbar. Die Pufferkammer 21 selbst muss also zunächst gar nicht auf einen niedrigeren Druckwert gepumpt werden. Dadurch, dass die Einschleuskammer 2, in der ein Druck von 15 mbar herrscht, mit der Pufferkammer 21, in der ein Druck von nur 3×10^{-3} mbar herrscht, nach
25 Öffnen des Tors am Ansatz 6 verbunden ist, sinkt der Gesamtdruck in den beiden gleich großen Kammern 2 und 21 auf einen Druckmittelwert von ca. 7 mbar ab. Jetzt wird in der Pufferkammer 21, nachdem das Tor bei Ansatz 6 geschlossen wurde, der Druck von ca. 7 mbar mittels Abpumpen auf ca. 0,05 mbar reduziert. Während ein Substrat von der Pufferkammer 21 in die Prozesskammer 3 gegeben wird, kann in der Einschleuskammer 2
30 bereits wieder der Einschleusvorgang für das nächste Substrat begonnen werden, nachdem die Einschleuskammer 2 geflutet und dann das Tor am Ansatz 5 geöffnet wurde. Durch das Öffnen herrscht wieder Atmosphärendruck in der Einschleuskammer 2, der sodann wieder auf ca. 15 mbar herunter gepumpt wird. Der Druck der Einschleuskammer 2 schwankt somit zwischen Atmosphärendruck und den ca. 15 mbar. Dagegen erfährt die
35 Pufferkammer 21 nur eine Druckänderung von 7 mbar auf 0,05 mbar.

Beim Abpumpen einer Kammer einer Vakuumanlage erfolgt die Druckreduzierung nach einer e-Funktion. Die Druckänderung von ca. 1000 mbar auf ca. 15 mbar erfolgt relativ

schnell. Das weitere Abpumpen auf niedrigere Drücke wie z. B. 0,05 mbar nimmt dagegen längere Zeit in Anspruch.

Die verschiedenen Typen von Vakuumpumpen, wie z. B. Drehschieberpumpen, Roots-Pumpen oder Turbomolekularpumpen, haben in verschiedenen Druckbereichen ihr optimales Saugvermögen. Drehschieberpumpen evakuieren von Atmosphärendruck bis auf ca. 0,005 mbar. Um diesen Enddruck zu erreichen, wird aber eine sehr lange Pumpzeit benötigt. Roots-Pumpen sind sehr variabel einsetzbar und haben im Bereich von 1 – 0,1 mbar ihr optimales Saugvermögen. Turbomolekularpumpen werden erst unterhalb von 0,1 mbar zugeschaltet, haben aber erst unterhalb von 10^{-2} mbar ein brauchbares Saugvermögen.

Die Pumpen 9 bis 17 bzw. 9 bis 17 und 23, 24 werden entsprechend der Aufgabe, die sie zu erfüllen haben, ausgewählt. Es können die Pumpen für die Einschleuskammer 2 und die Pufferkammer 21 so ausgelegt werden, dass die Pumpzeiten für beide Kammern 2, 21 annähernd gleich sind.

Die Einschleuskammer 2 der 3-Kammeranlage 1 wird mittels Pumpen 9 bis 11 evakuiert, die Drehschieber- und Roots-Pumpen sind. Die Roots-Pumpen erhöhen das Saugvermögen im unteren Druckbereich zum Schaltpunkt von 0,05 mbar, ab dem das Tor am Ansatz 6 zur Prozesskammer 3 hin geöffnet wird. Typische Zykluszeiten sind hier 60 – 90 sec bei ca. 30 – 60 sec Pumpzeit.

Die Einschleuskammer 2 der 5-Kammeranlage 20 wird dagegen mit Pumpen 9 bis 11 evakuiert, die ausschließlich aus Drehschieberpumpen bestehen. Der Pumpstand 23 für die Pufferkammer 21 kann Drehschieber- und Roots-Pumpen enthalten. Beim herkömmlichen 5-Kammer-Betrieb beträgt die Zykluszeit bei ca. 45 sec bei einer Pumpzeit von 15 – 20 sec. Die Differenz zwischen Zykluszeit und Pumpzeit wird unter anderem zum Bewegen der Glasscheiben und Öffnen und Schließen der Tore gebraucht.

In der Fig. 3 ist die 3-Kammer-Beschichtungsanlage 1 noch einmal in einer Draufsicht dargestellt, während die Fig. 4 die 5-Kammer-Beschichtungsanlage 20 in einer Draufsicht zeigt.

Man erkennt in der Fig. 3 die Kammern 2, 3, 4 sowie die Ansätze 5, 6, 7, 8 mit den zugeordneten Toren 60, 61, 62, 63. Außerdem erkennt man in der Prozesskammer 3 zwei Spaltenblenden 18, 30 bzw. 19, 29, die Transferkammern 31, 33 definieren. Mit 30, 29 sind dabei Spaltenblenden bezeichnet, die auf den Blechteilen 18, 19 senkrecht stehen.

Die Fig. 4 zeigt die 5-Kammeranlage in einer Draufsicht. Diese 5-Kammeranlage weist zwei zusätzliche Tore 64, 65 auf, die sich zwischen den Kammern 21, 31 bzw. 33, 22 befinden.

Im Standardbetrieb, d. h. wenn keine überlangen Substrate beschichtet werden, laufen bei der Anlage 20 gemäß Fig. 4 folgende Pump-Vorgänge ab: Einschleuskammer 2 ist geflutet, Tor 60 wird geöffnet und ein Substrat wird in die Einschleuskammer 2 befördert. Hierauf wird das Tor 60 wieder geschlossen. Nach Erreichen des Druck-Schaltpunktes von ca. 15 mbar in der Kammer 2 wird das Tor 61 geöffnet und das Substrat in die Kammer 21 befördert. Das Tor 61 wird hierauf wieder geschlossen. Während in der Pufferkammer 21 der Druck auf ca. 0,05 mbar reduziert wird, wird die Einschleuskammer 2 geflutet und danach das Tor 60 geöffnet. Ein neues Substrat wird nun in die Einschleuskammer 2 eingebracht und das Tor 60 schließt wieder. Parallel dazu wird bei Erreichen des Druck-Schaltpunktes von ca. 0,05 mbar in der Pufferkammer 21 das Tor 64 geöffnet und das erste Substrat über die Transferkammer 31 in Prozesskammer 3 bewegt. Bei diesem Betrieb ist im Allgemeinen immer nur eines der Tore 60, 61, 64 geöffnet. Es ist darauf hinzuweisen, dass sich zwischen den Kammern und den Pumpen sowie zwischen den Kammern und der Atmosphären-Umgebung Ventile befinden. Zum Abschalten einer Pumpleistung wird ein Ventil zwischen Kammer und Pumpe geschlossen; dabei laufen aber die Pumpen kontinuierlich weiter. Beim Fluten einer Kammer wird das Ventil vor der Kammer zur Umgebungsluft geöffnet, sodass Luft in die Kammer strömt und der Druck in dieser Kammer auf Atmosphärendruck steigt.

Beim Standardbetrieb der 5-Kammeranlage gemäß Fig. 4 wird somit die Kammer 2 von Atmosphärendruck auf ca. 15 mbar abgepumpt, und beim Öffnen von Tor 61 erfolgt ein Druckausgleich, da der Druck in Kammer 21, die zuvor zur Kammer 3 (ca. 3×10^{-3} mbar) hin geöffnet war, deutlich kleiner als 0,05 mbar ist. Dadurch sinkt der Gesamtdruck in beiden gleich großen Kammern 2, 21 auf ca. 7 mbar ab. Kammer 21 wird dann von den ca. 7 mbar auf ca. 0,05 mbar gepumpt. Die Roots-Pumpen in Kammer 21 können ohne Unterbrechung arbeiten, da der Druck in dieser Kammer nur zwischen ca. 7 mbar und kleiner 0,05 mbar variiert.

Beim Standardbetrieb der 5-Kammer-Anlage 20 laufen die Transportsysteme nur bei der Übergabe des Substrats von der Einschleuskammer 2 in die Pufferkammer 21 synchron. Während der übrigen Bewegungsphasen können beide Transportsysteme unabhängig voneinander die jeweiligen Substrate transportieren.

In der Fig. 5 ist die linke Hälfte einer der Anlage 20 gemäß Fig. 4 ähnlichen Anlage noch einmal im Schnitt dargestellt. Von der Anlage gemäß Fig. 4 unterscheidet sich die Anlage dadurch, dass sie außer der Spaltenblende 30 noch eine weitere Spaltenblende 28 besitzt. Man erkennt hierbei Rollen oder Walzen 34 bis 37 in der Einschleuskammer 2, Rollen oder Walzen 38 bis 41 in der Pufferkammer 21 und Rollen oder Walzen 42 bis 53 in der Prozesskammer 3. Auf diesen Rollen oder Walzen befindet sich ein Substrat 55, das von links nach rechts bewegt wird.

Die Spaltenblenden 30, 28 sind an Blechen 18, 27 aufgehängt und lassen auf ihrer Unterseite einen Spalt frei, der so groß ist, dass das Substrat 55 unter der Spaltblende vorbeigeführt werden kann. In der eigentlichen Prozesskammer 32 befindet sich eine Sputterkathode 56. Mit Teilchen, die von der Kathode abgestäubt werden, wird das Substrat 55 beschichtet.

Die Spaltblenden 30, 28 gehen über die ganze Tiefe der Prozesskammer 3. Dies gilt auch für die Aufhängungen 18, 19 dieser Spaltblenden.

Um die Gastrennung zwischen den Kammern zu verbessern, kann das Transportsystem noch zusätzlich mit einem in der Fig. 5 nicht dargestellten Blech abgedeckt werden, aus dem nur der obere Bereich der Transportrollen herauschaut.

Die Substrattransportvorrichtung weist somit viele Rollen oder Walzen 34 bis 53 auf, die mit gleicher Drehzahl drehend die Substrate befördern. Die Transportvorrichtung weist an den Stellen, an denen die Tore 61, 64, 65, 62 vorgesehen sind, Unterbrechungen bzw. größere Abstände zwischen den Rollen oder Walzen auf. Die Abschnitte der Transportvorrichtung in den Kammern 2, 21, 22 und 4 arbeiten intermittierend, der Abschnitt in Kammer 3 arbeitet kontinuierlich.

Im Standardbetrieb erfolgt der Substrattransport in der 5-Kammeranlage unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 wie folgt: Die Transportvorrichtung in Kammer 2 wird eingeschaltet, um das Substrat 55 einzuschleusen. Hat das Substrat 55 seine vorgesehene Position in der Kammer 2 erreicht, wird der Transport abgeschaltet. Zur Übergabe des Substrates 55 aus Kammer 2 in Kammer 21 sind beide Transportvorrichtungen mit den Walzen 34 bis 37 bzw. 38 bis 41 gleichzeitig in Betrieb und werden erst dann abgeschaltet, wenn das Substrat 55 seine Endposition in Kammer 21 erreicht hat. Um das Substrat 55 in Kammer 3 zu befördern, wird die Transporteinrichtung 38 bis 41 in Kammer 21 eingeschaltet, die Transportvorrichtung 42 bis 53 in Kammer 3 läuft ohnehin ohne Unterbrechung. Zur Übergabe von der Kammer 3 in die Kammer 22 (Fig. 2) wird die dort befindliche Transportvorrichtung gleichzeitig mit dem Öffnen des Tors 65 eingeschaltet. Der weitere Ausschleusvorgang erfolgt analog zum Einschleusvorgang in umgekehrter Reihenfolge.

Die Einschleuskammer 2 wird mit einem Pumpstand evakuiert, der nur aus Drehschieberpumpen besteht, der Pumpstand für Kammer 21 umfasst dagegen Drehschieber- und Roots-Pumpen. Beim Fluten einer Kammer wird nicht die Pumpe abgeschaltet, sondern ein Ventil zwischen der Kammer und der Pumpe geschlossen.

Bisher wurden die an sich bekannten Funktionen einer 3-Kammeranlage 1 und einer 5-Kammeranlage 20 beschrieben.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 beschrieben, wie erfindungsgemäß mit Hilfe einer 5-Kammeranlage auch größere Substrate beschichtet werden können.

5 Für beide Anlagen 1 bzw. 20 gilt, dass das maximal zulässige Substratmaß abhängig von den Dimensionen der jeweiligen Kammern ist. Substrate, die größer als die Kammern 2 bzw. 21 oder 22 bzw. 4 sind, können nicht beschichtet werden. Weiterhin gilt, dass die Kammern als Module mit gleichen Abmessungen ausgebildet sind.

10 Wie man aus der Fig. 4 ersieht, könnten größere Substrate behandelt werden, wenn die Tore 61, 63 offen wären. In diesem Fall würden die Kammern 2 und 21 sowie 4 und 22 jeweils gemeinsam einen größeren Raum bilden, in dem dann auch ein größeres Substrat untergebracht werden könnte.

Für die Schleusenammern 2, 21, 22, 4 werden die gleichen Module in gleicher Größe verwendet, unabhängig davon, ob es sich um eine 3-Kammer-Anlage 1 oder eine 5-Kammer-Anlage 20 handelt. Da mit beiden Anlagen 1 bzw. 20 normalerweise die gleichen
15 Substrate mit der gleichen maximalen Größe beschichtet werden, müssen die Kammern auch dieselben Abmessungen haben.

Geht man also davon aus, dass die Einschleus-, Puffer- und Ausschleuskammer alle gleich groß sind, weil sie als Module ausgebildet sind, können bei geöffneten Toren 61, 62 Substrate mit doppelt so großen Längen bearbeitet werden. Die Bearbeitung, insbesondere
20 Beschichtung von teilweise geforderten Sondermaßen von beispielsweise mehr als 6 m Länge und 3,21 m Breite wären somit auch in Beschichtungsanlagen mit Standard-Kammergrößen möglich.

Anhand dieser Figuren 3 und 4 wird der erfindungsgemäße Umschaltvorgang von der 5-Kammer-Beschichtung auf die 3-Kammer-Beschichtung erläutert.

25 Um von einem 5-Kammer-Betrieb auf einen 3-Kammer-Betrieb umzuschalten, genügt es nicht, lediglich die Tore 61 und 62 zwischen der Einschleuskammer 2 und der Pufferkammer 21 bzw. der Ausschleuskammer 4 und der Pufferkammer 22 zu öffnen. Vielmehr müssen die Pumpsequenz und die Antriebssteuerung der neuen Situation angepasst werden. Es sind somit erhebliche Änderungen im Einschleusverfahren nötig.
30 Das Einschleusen eines Substrats bei der 3-Kammer-Beschichtungsanlage 1 erfolgt, wie bereits erwähnt, durch Abpumpen der Einschleuskammer 2 mittels der Pumpen 9 bis 11 auf einen Druck von ungefähr 0,05 mbar. Um die Einschleuskammer 2 von Atmosphärendruck auf Umschleusdruck zu evakuieren, benötigt man recht lange Pumpzeiten. Da das Tor 61 zur Prozesskammer 3 hin geöffnet wird, wenn ein Substrat in die
35 Prozesskammer überführt wird, können Gase mit zu hohem Druck in die Prozesskammer 3 gelangen, die nur einen Druck von 3×10^{-3} mbar haben darf. Um das zu verhindern,

werden im Eintrittsbereich der Prozesskammer 3 eine erhöhte Zahl von Pumpen 12 angeordnet, von denen in der Fig. 1 nur eine Pumpe 12 dargestellt ist. Dieser Eintrittsbereich ist mittels einer Spaltenblende 18, 30 vom eigentlichen Prozessbereich 32 getrennt. Dieser Eintrittsbereich wird auch als Transferkammer 31 bezeichnet, obwohl er
5 nur durch die Spaltenblende 18, 30, aber nicht durch Tore von der Prozesskammer 3 abgetrennt ist. Die Prozesskammer 3 besteht somit aus einem Transferbereich 31, einem Prozessbereich 32 und einem weiteren Transferbereich 33 vor der Ausschleuskammer 4, wobei zwischen dem Transferbereich 33 und dem Prozessbereich eine weitere Spaltenblende 19, 29 vorgesehen ist.

10 Der Abschnitt 31 der Prozesskammer, der über mehrere Turbo-Pumpen 12 evakuiert wird, wird als „Transferabschnitt“ bezeichnet. Die eigentliche Prozesskammer 32 ist aus vielen einzelnen, gleich großen Segmenten zusammengesetzt, wobei je nach Anforderung so viele Segmente aneinander gehängt werden, dass darin die jeweiligen Aufgaben durchgeführt werden können. In der Einschleuskammer 2 herrscht bei einer 3-Kammeranlage 1 ein
15 Druck von 0,05 mbar, sodass beim Öffnen des Tors 61 Gas in die Prozesskammer 32 überströmt, da hier der Druck bei ca. 3×10^{-3} mbar liegt. Dieser Druckstoß wird im „Transferabschnitt“ der Prozesskammer 3 durch das hohe Saugvermögen mehrerer Turbo-Pumpen abgefangen.

Im Sonderbetrieb für überlange Substrate, d. h. wenn die 5-Kammeranlage 20 als 3-Kammeranlage 1 betrieben wird, laufen in der 5-Kammeranlage gemäß Fig. 4 folgende Vorgänge ab: Die Kammern 2 und 21 sind geflutet. Das Tor 60 wird geöffnet. Das Tor 61 bleibt bei diesem Betriebszustand immer offen, da sonst das Substrat zerstört wird. Ein Substrat wird in die Kammern 2 und 21 befördert, dann wird das Tor 60 wieder geschlossen. Nach Erreichen des Druck-Schaltpunktes von ca. 0,05 mbar wird das Tor 64
20 geöffnet, das Substrat in die Prozesskammer 3 befördert und das Tor 64 wird wieder geschlossen. Nach Fluten der Kammern 2 und 21 wird das Tor 60 wieder geöffnet, um erneut ein Substrat einzuschleusen.

Der jeweilige Ausschleusvorgang erfolgt analog, aber in umgekehrter Abfolge d. h. erst ist das Substrat in der Ausschleuskammer 22, dann erfolgt Fluten, dann das Öffnen des Tores
30 63 zur Atmosphäre hin.

Es genügt also nicht, bei der 5-Kammer-Anlage 20 die Tore 61, 62 zwischen den beiden Kammern 2, 21 bzw. 4, 22 zu öffnen, um Substrate – vorzugsweise Glasscheiben – mit Überlänge bearbeiten zu können; es müssen darüber hinaus auch die Pumpprogramme für die beiden Kammern 2, 21 bzw. 22, 4 angepasst werden, sodass nur beide Kammern 2, 21
35 bzw. 22, 4 von Atmosphärendruck auf die ca. 0,05 mbar abgepumpt werden. Das verlängert zwar die Einschleuszeit und damit die gesamte Zykluszeit der Anlage, aber so

können wenigstens Substrate mit Überlänge bearbeitet werden, ohne dass eine größere Anlage gebaut werden muss.

Beim Sonderbetrieb für überlange Substrate erfolgt das Pumpen in der 5-Kammeranlage im Einzelnen in nachfolgenden Schritten: Die Kammern 2 und 21 werden beide zusammen
5 von Atmosphärendruck auf ca. 0,05 mbar abgepumpt. Dazu muss beim Pumpprogramm für die Kammer 2 der Druckschaltpunkt von 15 mbar auf 7 mbar gesenkt werden. Der Pumpsatz für die Kammer 2 pumpt dann nur von Atmosphärendruck auf 7 mbar, dann wird das Ventil zwischen Pumpsatz und Kammer 2 geschlossen, gleichzeitig aber das Ventil zwischen dem zweiten Pumpsatz und der Kammer 21 geöffnet, welches bisher
10 geschlossen war. Der Grund dafür ist, dass der Pumpsatz der Kammer 2 aus Drehschieberpumpen besteht, die von Atmosphärendruck herunterpumpen können. Der Pumpsatz der Kammer 21 enthält außer Drehschieberpumpen auch Roots-Pumpen, die erst ab ca. 7 mbar zugeschaltet werden dürfen. Um die vergrößerte Einschleuskammer 2 + 21 auf die ca. 0,05 mbar abpumpen zu können, werden also beide Pumpsätze nacheinander
15 verwendet und arbeiten nicht parallel wie im Standardbetrieb.

Das Fluten und Abpumpen der Kammern 22 und 4 erfolgt analog.

Weiterhin muss das Transportsystem für die Substrate an eine andere Einschleussequenz angepasst werden.

Wird die 5-Kammer-Anlage 20 für die Beschichtung von überlangen Substraten verwendet, müssen die Transportsysteme beim Einschleusvorgang synchron wie ein einziges
20 System arbeiten, da sonst Kratzer an den Substraten erzeugt würden. Wenn das Substrat von einem Abschnitt des Transportsystems auf einen anderen Abschnitt geschoben wird, der nicht eingeschaltet wird, schleifen entweder die sich drehenden Rollen an der Substratunterseite oder die Scheibe wird über die sich nicht drehenden Rollen geschoben,
25 wobei in beiden Fällen Schleifspuren erzeugt werden.

Beim Sonderbetrieb für überlange Substrate 55 erfolgt der Transport in der 5-Kammeranlage gemäß Fig. 4, 5 wie folgt: Während im Standardbetrieb die Transportvorrichtungen 34 bis 37 bzw. 38 bis 41 in den Kammern 2 und 21 je nach Bedarf synchron oder unabhängig voneinander arbeiten, werden beide Vorrichtungen nun so
30 behandelt, als ob sie eine einzige zusammenhängende Transportvorrichtung wären. Dabei muss das Erreichen der Endposition des Substrates 55 in Kammer 2 ignoriert werden, d. h. es muss bis zur Endposition in Kammer 21 durchfahren. Es gibt hier keinen Betriebszustand, bei dem die einzelnen Abschnitte der Transportvorrichtung in den Kammern 2 und 21 unabhängig voneinander arbeiten. Die weitere Substratbeförderung erfolgt analog.

Die Steuerung der Pumpen, Transportrollen, Tore etc. erfolgt vorzugsweise mittels einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS), die in Form von Steuerungscomputern im Handel erhältlich sind.

5 Mit einer solchen Steuerung können auch größte Industrieanlagen mit flexiblen Programmen (SPS-Programm-Sequenz) gesteuert werden. Sämtliche zur Anlage gehörenden Messsysteme, Endschalter, Sensoren, Motoren, Stellgeräte etc. werden mit den Ein- und Ausgängen des Steuerungscomputers verbunden. Die eigentliche Anlagensteuerung wird von dem Programm übernommen, das diese Ein- und Ausgänge logisch miteinander verknüpft und die nötigen Aktionen in die zeitlich richtige Abfolge setzt. Soll eine
10 vorstehend beschriebene Anlage in verschiedenen Betriebszuständen steuerbar sein, so sind keine wesentlichen Hardware-Änderungen nötig. Soweit flexibel programmierbare Drucksensoren anstelle von Druckmessdosen mit festen Schaltpunkten verwendet werden, müssen nur die notwendigen neuen Verknüpfungen unter Abfrage der geänderten Druckschaltpunkte in alternativen Programmsequenzen hinterlegt und getrennt anwählbar
15 sein.

Für das Einschleusen eines Substrats ist keine exakte Druckmessung erforderlich, es reicht das Signal eines Sensors aus, das besagt, dass der gewünschte Druck (z. B. 15 mbar) jetzt erreicht ist. Früher wurden hierfür Druckmessdosen eingesetzt, die einen festen Druckschaltpunkt aufwiesen. Wurden alternative Druckschaltpunkte benötigt, mussten weitere
20 Druckmessdosen eingebaut werden, die auf diese Druckpunkte eingestellt waren. Heute reicht ein elektronisches Druckmessgerät, dessen Messwert im SPS-Programm nur daraufhin abgefragt wird, ob der an der jeweiligen Programmstelle gewünschte Druck erreicht wurde.

Der Erfindungsgedanke kann im Prinzip auch auf $2n + 1$ -Kammeranlagen Anwendung
25 finden, wobei n eine ganze Zahl ist. In der Praxis realisierbar wäre noch eine 7-Kammeranlage. Bei Anlagen mit noch mehr Kammern stünde der Kostenaufwand nicht mehr in einem vernünftigen Verhältnis zur möglichen Verkürzung der Zykluszeit und damit zur Erhöhung der Produktivität.

Patentansprüche

1. Verfahren für den Betrieb einer Inline-Beschichtungsanlage, mit einer Einschleuskammer (2), einer daran anschließenden Pufferkammer (21), einer hieran anschließenden Prozesskammer (3), einer hieran anschließenden weiteren Pufferkammer (22) und einer hieran anschließenden Ausschleuskammer (4), wobei zwischen den Kammern Tore (61, 64, 65, 62) vorgesehen sind, die geöffnet und geschlossen werden können, und wobei die Einschleuskammer (2), die Pufferkammer (21, 22) und die Ausschleuskammer (4) als gleichartige Module und für die Aufnahme von Substraten bis zu einer vorgegebenen Maximalgröße ausgebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Beschichtung von Substraten (55), die größer als die Module sind, das Tor (61) zwischen der Einschleuskammer (2) und der Pufferkammer (21) sowie das Tor (62) zwischen der Pufferkammer (22) und der Ausschleuskammer (4) geöffnet werden und die Druckverhältnisse der Pufferkammern (21, 22) und der Einschleus- (2) bzw. Ausschleuskammer (4) aneinander angepasst werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammern (2, 21, 3, 22, 4) mit jeweils eigenen Transportvorrichtungen (34 bis 37; 38 bis 41; 42 bis 53) für Substrate (55) ausgestattet sind und die Transportgeschwindigkeiten dieser Transportvorrichtungen (34 bis 37; 38 bis 41; 42 bis 53) aufeinander abgestimmt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozesskammer (3) wenigstens zwei Spaltblenden (30, 29) aufweist, von denen die eine Spaltblende (30) eine linke Begrenzung der eigentlichen Prozesskammer (33) und die andere Spaltblende (29) eine rechte Begrenzung der eigentlichen Prozesskammer (33) bildet.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** folgende Schritte:
- das Tor (61) am Eingang zur ersten Pufferkammer (21) und das Tor (62) zwischen der zweiten Pufferkammer (22) und der Ausschleuskammer (4) sind geöffnet
 - das Tor (60) am Eingang der Einschleuskammer (2) wird geöffnet
 - ein Substrat von einer die Länge der Einschleuskammer (2) oder der Pufferkammer (21) übersteigenden Länge wird in die Einschleuskammer (2) und die Pufferkammer (21) befördert
 - das Tor (60) am Eingang der Einschleuskammer (2) wird geschlossen
 - der durch die Einschleuskammer (2) und die Pufferkammer (21) gebildete Raum wird bei geschlossenem Tor (64) am Eingang der Prozesskammer (3) bis zu einem vorgegebenen Druck evakuiert
 - bei Erreichen des vorgegebenen Drucks wird das Tor (64) am Eingang der Prozesskammer (3) geöffnet
 - das Substrat (55) wird in die Prozesskammer (3) befördert und das Tor (64) am Eingang der Prozesskammer (3) wird wieder geschlossen

- das Substrat (55) wird in der Prozesskammer (3) bearbeitet
- das Tor (65) am Ausgang der Prozesskammer (3) wird geöffnet
- das bearbeitete Substrat (55) wird in den aus der Pufferkammer (22) und der Ausschleuskammer (4) gebildeten Raum gebracht
- 5 - das Tor (65) am Ausgang der Prozesskammer (3) wird geschlossen
- das Tor (63) am Ausgang der Ausschleuskammer (4) wird geöffnet
- das bearbeitete Substrat (55) wird nach draußen verbracht
- das Tor (63) am Ausgang der Ausschleuskammer wird geschlossen.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem Einschleusen des Substrats in den aus der Einschleuskammer (2) und Pufferkammer (21) gebildeten Raum und nach Schließen des Tors (60) zunächst die der Einschleuskammer (2) zugeordneten Pumpen (9 bis 11) von Atmosphärendruck auf einen ersten vorgegebenen Druck evakuieren und dass im Anschluss hieran die der Pufferkammer (21) zugeordneten Pumpen (23) auf einen Druck evakuieren, der etwa dem Druck der

15 Prozesskammer (3) entspricht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck in dem aus Einschleuskammer (2) und Pufferkammer (21) gebildeten Raum von Atmosphärendruck zunächst auf etwa 7 mbar und anschließend der Druck in dem gleichen Raum auf etwa 0,05 mbar gesenkt wird.

20 7. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transportvorrichtung (34 bis 37) der Einschleuskammer (2) und die Transportvorrichtung (38 bis 41) der anschließenden Pufferkammer (21) synchron betrieben werden.

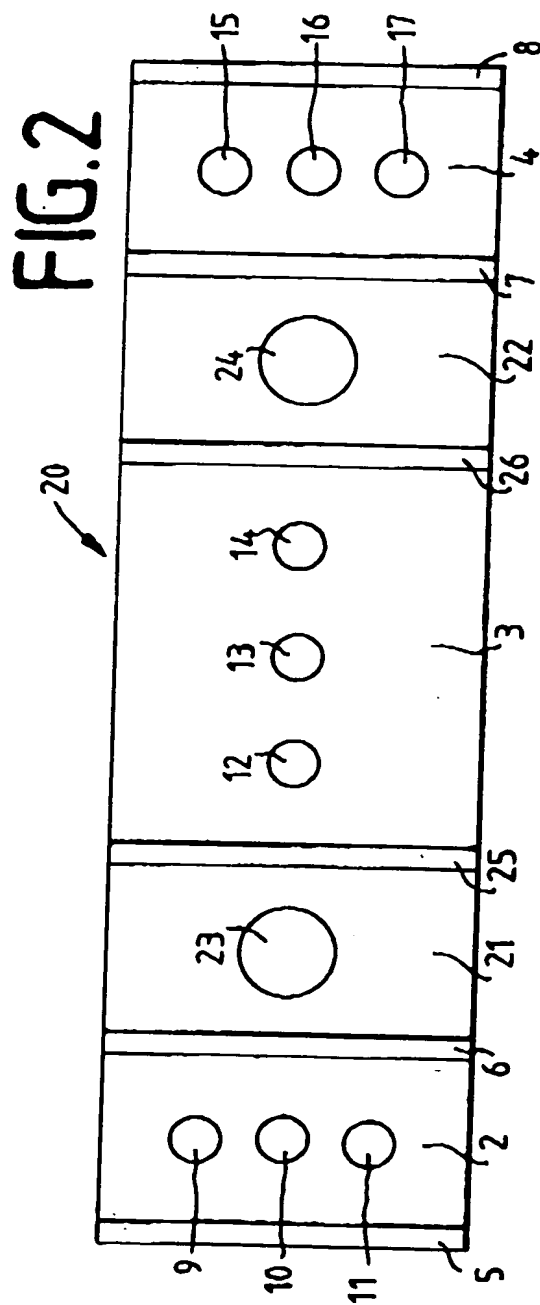
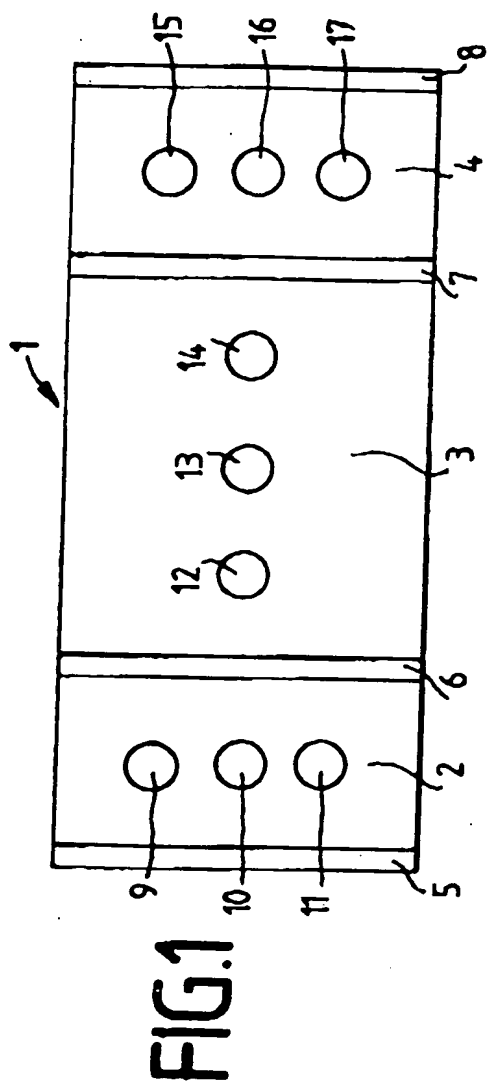
25 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transportvorrichtung (42 bis 53) der Prozesskammer (3) mit der gleichen Geschwindigkeit betrieben wird wie die Transportvorrichtungen (34 bis 37; 38 bis 41) der Einschleuskammer (2) und der Pufferkammer (21).

30 9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in allen Kammern (2, 21, 3, 22, 4) Druckmessgeräte vorgesehen sind, deren Druck von einer Steuerung abgefragt wird, und dass diese Steuerung bei Erreichen vorgegebener Drücke eine Schalthandlung ausführt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalthandlung das Öffnen oder Schließen von Toren oder das Öffnen oder Schließen von Ventilen ist, die zwischen Kammer und Pumpe angeordnet sind.

Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren für den Betrieb einer Inline-Beschichtungs-
anordnung, die aus $2 \cdot n + 1$ Kammern besteht, wobei n eine ganze Zahl, und zwar
vorzugsweise 2 ist. Indem wenigstens zwischen zweimal zwei Kammern dieser Anlage
jeweils ein Tor geöffnet und geschlossen werden kann, ist es möglich, mit der gleichen
Anlage auch Substrate mit Übergröße zu beschichten. Das Öffnen und Schließen der
10 Tore ist dabei mit einer Änderung der Druckverläufe im Vergleich zu einem Standard-
betrieb verbunden.



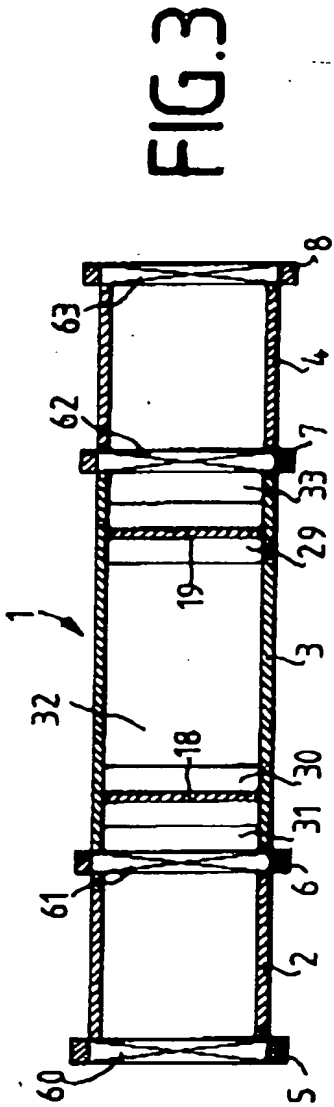


FIG. 3

FIG. 4

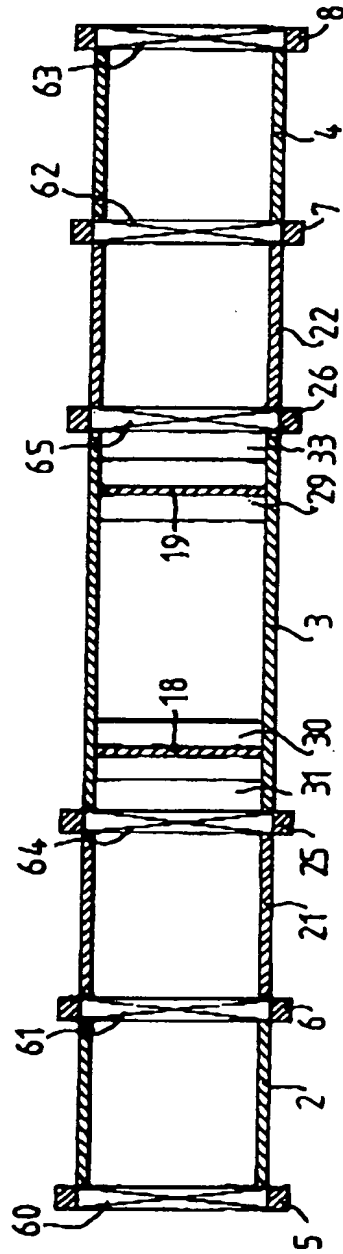


FIG. 5

